

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-108218

(P2004-108218A)

(43) 公開日 平成16年4月8日(2004. 4. 8)

(51) Int. Cl. ⁷

F 1

テーマコード (参考)

F 02 D 45/00

F 02 D 45/00 3 2 8

3 G 0 2 3

F 02 B 11/00

F 02 D 45/00 3 6 8 B

3 G 0 8 4

F 02 D 13/02

F 02 D 45/00 3 6 8 S

3 G 0 9 2

F 02 D 21/08

F 02 D 45/00 3 6 8 T

3 G 0 9 3

F 02 D 29/00

F 02 B 11/00

Z

3 G 3 0 1

審査請求 未請求 請求項の数 24 O L (全 19 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2002-270634 (P2002-270634)

(22) 出願日 平成14年9月17日(2002. 9. 17)

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(74) 代理人 100091096

弁理士 平木 祐輔

(72) 発明者 山岡 士朗

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株

式会社日立製作所日立研究所内

(72) 発明者 野木 利治

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株

式会社日立製作所日立研究所内

(72) 発明者 島田 敦史

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株

式会社日立製作所日立研究所内

最終頁に続く

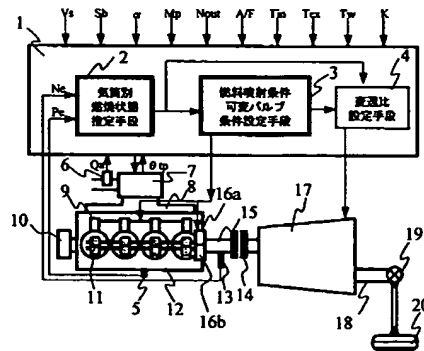
(54) 【発明の名称】 多気筒エンジンの制御装置及び制御方法

(57) 【要約】

【課題】 圧縮着火燃焼モードを有する多気筒エンジンにおいて、圧縮着火燃焼モード時に、エンジンや構成部品の個体ばらつきや劣化などに起因する気筒間およびサイクル間での燃焼ばらつきを抑えることができる多気筒エンジンの制御装置及び制御方法を提供する。

【解決手段】 圧縮着火燃焼モードを有する多気筒エンジンにおいて、好ましくはシリンダブロックもしくはシリンダヘッドに設けられる振動検出センサなどで周波数を検出、これを適正に解析することにより、各気筒の筒内圧力ピーク値、およびピーク時期をそれぞれ検出または推定する。これらがそれぞれ適正な範囲に収まるように、内部EGR量、燃料噴射条件、エンジン回転数などを制御する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

圧縮着火燃焼もしくは該圧縮着火燃焼と火花点火燃焼とを切り換え可能な多気筒エンジンの制御装置であって、
該制御装置は、各気筒別の燃焼状態を推定する気筒別燃焼状態推定手段と、前記各気筒別の燃焼状態を制御する燃焼状態制御手段と、を備え、
該燃焼状態制御手段は、圧縮着火燃焼モード運転時に、該モード運転時の前記気筒別燃焼状態推定手段の前記燃焼状態の推定に基づいて、前記各気筒別に燃焼状態を制御することを特徴とする多気筒エンジンの制御装置。

【請求項 2】

10

前記気筒別燃焼状態推定手段は、前記各気筒の筒内圧力のピーク値と該筒内圧力のピーク時期とを推定するものであり、前記燃焼状態制御手段は、前記各気筒の筒内圧力の前記ピーク値が所定範囲内、及び／又は、前記ピーク時期がピストン上死点後の所定期間内になるように制御することを特徴とする請求項 1 に記載の多気筒エンジンの制御装置。

【請求項 3】

前記燃焼状態制御手段は、前記多気筒エンジンの運転条件、前記多気筒エンジンを搭載した装置の運転状態、前記装置のユーザのユーザ意図等に基づいて、更に、火花点火燃焼と圧縮着火燃焼との切り換え等を含む他の燃焼状態を制御することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の多気筒エンジンの制御装置。

【請求項 4】

20

前記気筒別燃焼状態推定手段は、前記多気筒エンジンのシリンダブロック、もしくは、シリンダヘッドに設けた振動検出センサの振動信号に基づいて燃焼状態を推定することを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の多気筒エンジンの制御装置。

【請求項 5】

前記気筒別燃焼状態推定手段は、前記多気筒エンジンの出力軸に直接またはギアを介して接続する少なくとも一つの回転電動機からの信号に基づいて燃焼状態を推定することを特徴とする請求項 1 又は 3 に記載の多気筒エンジンの制御装置。

【請求項 6】

前記気筒別燃焼状態推定手段は、前記多気筒エンジンの少なくとも一つの気筒に設けた筒内圧力センサからの信号に基づいて燃焼状態を推定することを特徴とする請求項 1 から 3

30

【請求項 7】

前記燃焼状態制御手段は、吸気弁および排気弁のバルブタイミング及びバルブリフト量のうち少なくともどれか一つを変化させて内部 EGR 量を変化させる可変バルブ機構と、前記多気筒エンジンの燃焼室に直接または間接的に燃料を噴射する燃料噴射装置と、前記多気筒エンジンの出力軸トルクを車両の動力伝達系に変速比を調整して伝達する変速機と、の少なくとも何れか一つを制御することを特徴とする請求項 1 から 6 の何れか一項に記載の多気筒エンジンの制御装置。

【請求項 8】

前記燃焼状態制御手段は、前記気筒別燃焼状態推定手段の推定に基づき、前記各気筒の内の少なくとも一つの気筒の前記筒内圧力のピーク値が所定値より低いか、もしくは、前記筒内圧力のピーク時期が所定期間より遅いと推定された場合に、前記可変バルブ機構によりマイナスオーバーラップ量を増して内部 EGR 量を増加させる制御を行うことを特徴とする請求項 7 に記載の多気筒エンジンの制御装置。

40

【請求項 9】

前記燃焼状態制御手段は、前記気筒別燃焼状態推定手段の推定に基づき、前記気筒の内の少なくとも一つの気筒の筒内圧力のピーク値が所定値より高いか、もしくは、ピーク時期が所定期間より早いと推定された場合に、前記可変バルブ機構によりマイナスオーバーラップ量を減じて内部 EGR 量を減少させる制御を行うことを特徴とする請求項 7 に記載の多気筒エンジンの制御装置。

50

【請求項 10】

前記燃焼状態制御手段は、前記気筒別燃焼状態推定手段の推定に基づき、前記気筒の内の少なくとも一つの気筒の筒内圧力ピーク値が所定値より低い、もしくは、ピーク時期が所定時期より遅いと推定される場合に、前記変速機により変速比を制御してエンジン回転数を減少させる制御を行うことを特徴とする請求項 7 に記載の多気筒エンジンの制御装置。

【請求項 11】

前記燃焼状態制御手段は、前記気筒別燃焼状態推定手段の推定に基づき、前記気筒の内の少なくとも一つの気筒の筒内圧力ピーク値が所定値より高い、もしくは、ピーク時期が所定時期より早いと推定される場合に、前記変速機により変速比を制御してエンジン回転数を増加させる制御を行うことを特徴とする請求項 7 に記載の多気筒エンジンの制御装置。

10

【請求項 12】

前記燃焼状態制御手段は、更に、前記燃料噴射装置から各気筒に供給される 1 サイクル当たりの燃料量を増加させることを特徴とする請求項 10 に記載の多気筒エンジンの制御装置。

【請求項 13】

前記燃焼状態制御手段は、更に、前記燃料噴射装置から各気筒に供給される 1 サイクル当たりの燃料量を減少させることを特徴とする請求項 10 に記載の多気筒エンジンの制御装置。

【請求項 14】

前記燃料噴射装置は、筒内に直接燃料噴射する方式であり、前記燃焼状態制御手段は、前記圧縮着火燃焼モード時に前記可変バルブ機構によるマイナスオーバーラップ期間中に少なくとも 1 度の燃料噴射を行うべく制御し、前記気筒別燃焼状態推定手段の推定に基づき、前記各気筒の内の少なくとも一つの気筒の前記筒内圧力のピーク値が所定値より低いか、もしくは、前記筒内圧力のピーク時期が所定時期より遅いと推定された場合は、前記マイナスオーバーラップ期間中に前記燃料噴射装置から前記気筒内に噴射する燃料量を増加する制御を行うことを特徴とする請求項 8 に記載の多気筒エンジンの制御装置。

20

【請求項 15】

前記燃料噴射装置は、筒内に直接燃料噴射する方式であり、前記燃焼状態制御手段は、前記圧縮着火燃焼モード時に前記可変バルブ機構によるマイナスオーバーラップ期間中に少なくとも 1 度の燃料噴射を行うべく制御し、前記気筒別燃焼状態推定手段の推定に基づき、前記気筒の内の少なくとも一つの気筒の筒内圧力のピーク値が所定値より高いか、もしくは、ピーク時期が所定時期より早いと推定された場合は、前記マイナスオーバーラップ期間中に前記燃料噴射装置から前記気筒内に噴射する燃料量を減少する制御を行うことを特徴とする請求項 9 に記載の多気筒エンジンの制御装置。

30

【請求項 16】

前記制御装置は、前記気筒別燃焼状態推定手段の推定に基づき、少なくとも一つの気筒の筒内圧力のピーク値が所定範囲外、もしくは、該筒内圧力のピーク時期が所定期間外であると推定される場合は、前記多気筒エンジンにおける圧縮着火燃焼モード運転を禁止するか、もしくは、火花点火燃焼モード運転に切り換えることを特徴とする請求項 1 から 15 の何れか一項に記載の多気筒エンジンの制御装置。

40

【請求項 17】

前記圧縮着火燃焼モードを禁止した場合は、前記多気筒エンジンを搭載した装置のユーザーに警告することを特徴とする請求項 16 に記載の多気筒エンジンの制御装置。

【請求項 18】

圧縮着火燃焼制御もしくは該圧縮着火燃焼と火花点火燃焼とを切り換え制御する多気筒エンジンの制御方法であって、
前記圧縮着火燃焼モード運転時に、各気筒別に、前記モード運転時の燃焼状態を推定し、該各気筒別に推定した燃焼状態に基づいて、前記各気筒をその気筒別に燃焼状態の制御をすることを特徴とする多気筒エンジンの制御方法。

【請求項 19】

50

前記多気筒エンジンの運転条件、前記多気筒エンジンを搭載した装置の運転状態、前記装置のユーザのユーザ意図等に基づいて、更に、火花点火燃焼と圧縮着火燃焼との切り換え等を含む他の燃焼状態の制御を行うことを特徴とする請求項18に記載の多気筒エンジンの制御方法。

【請求項20】

前記気筒別の燃焼状態の推定は、前記各気筒の筒内圧力のピーク値と該筒内圧力のピーク時期とを推定するものであり、前記燃焼状態の制御は、前記各気筒の筒内圧力の前記ピーク値が所定範囲内、及び／又は、前記ピーク時期がピストン上死点後の所定期間内になるように制御をすることを特徴とする請求項18又は19に記載の多気筒エンジンの制御方法。

10

【請求項21】

前記各気筒の筒内圧力は、前記多気筒エンジンの振動周波数を検出し、該振動周波数を解析した値であることを特徴とする請求項20に記載の多気筒エンジンの制御方法。

【請求項22】

前記各気筒の筒内圧力は、前記多気筒エンジンの少なくとも1つの気筒に設けた筒内圧力センサの値であることを特徴とする請求項20に記載の多気筒エンジンの制御方法。

【請求項23】

圧縮着火燃焼制御もしくは該圧縮着火燃焼と火花点火燃焼とを切り換え制御する多気筒エンジンの制御方法であって、

前記圧縮着火燃焼モード運転時に、各気筒別に、前記モード運転時の燃焼状態を推定し、前記各気筒の内の少なくとも一つの気筒の前記筒内圧力のピーク値が所定値より低いか高いか、もしくは、前記筒内圧力のピーク時期が所定期間より遅いか早いかなの内の、少なくともいずれか一つが推定された場合に、前記気筒の可変バルブ機構によりマイナスオーバーラップ量を増減して内部EGR量を増減させて燃焼状態の制御をすることを特徴とする多気筒エンジンの制御方法。

20

【請求項24】

更に、前記各気筒の内の少なくとも一つの気筒の筒内圧力ピーク値が所定値より低いか高いか、もしくは、ピーク時期が所定期間より遅いか早いかなの内の、少なくともいずれか一つが推定された場合に、変速機により変速比を制御してエンジン回転数を増減させ、燃料噴射装置から各気筒に供給される1サイクル当たりの燃料量を増減させることを特徴とする請求項23に記載の多気筒エンジンの制御方法。

30

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、多気筒エンジンの制御装置及び制御方法に係り、特に、圧縮着火燃焼モード運転時の気筒間の着火燃焼ばらつきを好適に抑制する多気筒エンジンの制御装置及び制御方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

予混合気を圧縮して自己着火させる燃焼方式の多気筒エンジン、いわゆる、予混合圧縮着火燃焼方式多気筒エンジンにおいては、高効率でかつ広い運転領域において自己着火燃焼が行えるように、該エンジンを好適に制御することが望まれている。例えば、特開2000-320333号公報に所載の技術は、吸排気弁のバルブタイミング制御により、気筒内に密閉期間（マイナスオーバーラップ）を設け、運転条件に応じて、このマイナスオーバーラップ期間と燃料噴射タイミングを制御することで、混合気の自己着火燃焼を制御するものである。

40

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、前記公報に所載の技術は、エンジンの運転条件に応じて、該エンジンの構成機器を制御するものであるもので、例えば、機器に個体ばらつきがあったり劣化等が発生する

50

と、同じ運転条件であっても、気筒間およびサイクル間で着火時期や燃焼状態に変化が生じるような現象がある。この現象の影響で、エンジンの過早着火や失火などが一つ以上の気筒で起こる虞があり、その結果、エンジンの燃費や排気状態が大幅に悪化してしまうという問題が生じることがある。

【0004】

一般に知られている火花点火式の多気筒（ガソリン）エンジンは、点火プラグによる着火時期の設定しその後の制御を行うものであり、ディーゼルエンジンも、燃料噴霧により着火時期を設定しその後の燃焼制御を行うものである。共に着火のためのトリガを備え、非常に強力かつロバスト性の高い燃焼制御が可能であることから、回転センサ等を用いた失火診断など一部の制御を除いて、気筒別に詳細な燃焼状態を知り、その燃焼状態に基づいて燃焼制御を行う必要性に乏しかった。

10

【0005】

しかし、予混合圧縮着火燃焼方式多気筒エンジンにおいては、燃料と空気の予混合気をピストン圧縮によって自己着火を行うことを前提としているため、前記エンジンの如く、強力な着火トリガなく、かつ燃焼期間も前記エンジン（火花点火エンジン等）に比べて短いものになっている。このことが高効率かつ低排気運転を可能にするが、その反面、筒内構造のわずかなばらつきが燃焼状態に大きく影響し、そのことが結果として燃費や排気を悪化させる要因となっている。このことは、多気筒の全気筒を同じ条件に制御していても、正常に燃焼していない気筒があるものと推定されるものであり、本出願人の実験によってもそのことが確認されている。

20

【0006】

本発明は、前記の如き課題に鑑みてなされたものであって、その目的とするところは、圧縮着火燃焼モード運転を有する多気筒エンジンにおいて、圧縮着火燃焼モード時に、エンジンや構成部品の個体ばらつきや劣化などに起因する気筒間およびサイクル間での燃焼ばらつきを抑えることができる多気筒エンジンの制御装置及び制御方法を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】

前記課題を解決するべく、本発明の多気筒エンジンの制御装置は、基本的には、圧縮着火燃焼もしくは該圧縮着火燃焼と火花点火燃焼とを切り換え可能な多気筒エンジンに適用するものであって、各気筒別の燃焼状態を推定する気筒別燃焼状態推定手段と、前記各気筒別の燃焼状態を制御する燃焼状態制御手段と、を備え、該燃焼状態制御手段は、圧縮着火燃焼モード運転時に、該モード運転時の前記気筒別燃焼状態推定手段の前記燃焼状態の推定に基づいて、前記各気筒別に燃焼状態を制御することを特徴としている。

30

【0008】

本発明の多気筒エンジンの制御装置は、前記構成によって、圧縮着火燃焼モード運転時に、各気筒別の燃焼状態を推定することができ、気筒別の燃焼状態の推定に基づいて、各気筒別に燃焼制御を行うことができるので、多気筒エンジンの構成機器に製造ばらつきや劣化が生じて、該製造ばらつきや劣化を踏まえた最良の各気筒別の燃焼制御を行うことで、気筒間やサイクル間での燃焼ばらつきを改善でき、結果として、エンジンの燃費・排気特性に優れた圧縮着火燃焼を実現できる。

40

【0009】

また、本発明の多気筒エンジンの制御装置の他の態様としては、前記気筒別燃焼状態推定手段が、前記各気筒の筒内圧力のピーク値と該筒内圧力のピーク時期とを推定するものであり、前記燃焼状態制御手段が、前記各気筒の筒内圧力の前記ピーク値が所定範囲内、及び／又は、前記ピーク時期がピストン上死点後の所定期間内になるように制御することを特徴とし、前記燃焼状態制御手段が、前記多気筒エンジンの運転条件、前記多気筒エンジンを搭載した装置の運転状態、前記装置のユーザのユーザ意図等に基づいて、更に、火花点火燃焼と圧縮着火燃焼との切り換え等を含む他の燃焼状態を制御することを特徴としている。

50

【0010】

本発明の多気筒エンジンの制御装置は、前記構成によって、圧縮着火燃焼モード運転時の各気筒内の燃焼状態を各別に正確に推定できる。即ち、圧縮着火燃焼モード時に適正な燃焼が行なわれている場合には、筒内圧力のピーク時期が、熱発生ピーク時期と上死点後のある時期で同じになるため、筒内圧ピーク値とピーク時期とを検出することで、各気筒内の燃焼状態を推定することができる。このピーク時期は、運転条件にもよるが上死点後 $0^{\circ} \sim 10^{\circ}$ 以内のある範囲にあれば、高効率の運転をすることができる。

【0011】

更に、本発明の多気筒エンジンの制御装置の他の具体的な態様としては、前記気筒別燃焼状態推定手段は、前記多気筒エンジンのシリンダブロック、もしくは、シリンダヘッドに設けた振動検出センサの信号、前記多気筒エンジンの出力軸に直接またはギアを介して接続する少なくとも一つの回転電動機から信号、あるいは、前記多気筒エンジンの少なくとも一つの気筒に設けた筒内圧力センサからの信号に基づいて燃焼状態を推定することを特徴としている。

10

【0012】

本発明の多気筒エンジンの制御装置は、前記構成のように、振動検出センサを用いることによって、一つの振動検出センサの信号である周波数を適正に解析することにより、各気筒別の筒内の圧力ピーク値、及び、ピーク時期を個々に推定することができ、結果として、圧縮着火燃焼モード運転での各気筒別の燃焼状態を低コストで、かつ、適正に推定することができる。また、多気筒エンジンの出力軸に直接またはギアを介して接続する回転電動機を用いることによって、圧縮着火燃焼モード運転中のエンジントルクを高精度に検出できるため、これによって各気筒の燃焼状態を推定することができる。更に、筒内圧力センサを用いることによって、各気筒の筒内圧力を気筒別に直接に高精度に検出することができるので、該筒内圧力状態から筒内の燃焼状態を的確に推定することができる。

20

【0013】

更にまた、本発明の多気筒エンジンの制御装置の他の具体的な態様としては、前記燃焼状態制御手段が、吸気弁および排気弁のバルブタイミング及びバルブリフト量のうち少なくともどれか一つを変化させて内部EGR量を変化させる可変バルブ機構と、前記多気筒エンジンの燃焼室に直接または間接的に燃料を噴射する燃料噴射装置と、前記多気筒エンジンの出力軸トルクを車両の動力伝達系に変速比を調整して伝達する変速機と、の少なくとも一つを制御することを特徴としている。

30

【0014】

本発明の多気筒エンジンの制御装置は、前記構成とすることによって、気筒別燃焼状態推定手段の推定結果に基づいて、各気筒の燃焼状態に変更が必要となった場合には、前記燃焼状態制御手段の指令に基づいて、前記可変バルブ機構、前記燃焼噴射装置、及び、前記変速機を単独、又は、協調制御することにより、圧縮着火燃焼モード運転時の各気筒の筒内圧力ピーク値、及び、ピーク時期を適正な範囲となるように燃焼状態の制御を行うことができる。

【0015】

更にまた、本発明の多気筒エンジンの制御装置の他の具体的な態様としては、前記燃焼状態制御手段は、前記気筒別燃焼状態推定手段の推定に基づき、前記各気筒の内の少なくとも一つの気筒の前記筒内圧力のピーク値が所定値より低いか、もしくは、前記筒内圧力のピーク時期が所定期間より遅いと推定された場合に、前記可変バルブ機構によりマイナスオーバーラップ量を増して内部EGR量を増加させる制御、及び／又は、前記変速機により変速比を制御してエンジン回転数を減少させる制御を行うことを特徴とし、更に、前記燃焼状態制御手段は、前記気筒別燃焼状態推定手段の推定に基づき、前記気筒の内の少なくとも一つの気筒の筒内圧力のピーク値が所定値より高いか、もしくは、ピーク時期が所定期間より早いと推定された場合に、前記可変バルブ機構によりマイナスオーバーラップ量を減じて内部EGR量を減少させる制御、及び／又は、前記変速機により変速比を制御してエンジン回転数を増加させる制御を行うことを特徴としている。

40

50

【0016】

本発明の多気筒エンジンの制御装置は、前記構成とすることによって、各気筒の筒内圧力ピーク値およびピーク時期を適正に制御できるので、圧縮着火燃焼モード運転時の各気筒間及びサイクル間での燃焼ばらつきを抑えて、エンジンの燃費・排気特性に優れた圧縮着火燃焼を実現できる。

【0017】

即ち、各気筒のピーク時期が所定範囲の時期より早いか遅いかを判定し、ピーク時期が早い場合には、可変バルブを用いて内部EGR量を増加し、全気筒の混合気の着火性を向上、すなわち着火時期を早期化し、エンジン回転数が比較的高回転（2000回転以上）である場合には、内部EGR増加に伴う吸入空気量減少で圧縮着火燃焼成立しない場合があるので、変速機でエンジン回転数を若干減少し、一サイクル当たりの燃料量を増加することで着火性を向上させることができる。また、ピーク時期が遅いと判定される場合には、可変バルブを用いて内部EGR量を減少させ、全気筒の着火時期を遅延化することができる。この時、変速機によりエンジン回転数を若干増加させ、一サイクルあたりの燃料量を減少することで、出力同等となるように制御してもよい。

10

【0018】

次に、各気筒のピーク値が所定範囲外にある否かを判定して、ピーク値が低い場合には、可変バルブを用いて内部EGR量を増加し、全気筒の混合気の着火性を向上することで、燃焼による熱発生が起こりやすい状態とすると共に、エンジン回転数が比較的高回転（2000回転以上）である場合は、内部EGR増加に伴う吸入空気量減少で圧縮着火燃焼成立しない場合があるので、変速機でエンジン回転数を若干減少させ、一サイクルあたりの燃料量を増加することで着火性を向上させ、出力同等となるように制御することができる。

20

【0019】

更にまた、本発明の多気筒エンジンの制御装置の他の具体的な態様としては、前記燃焼状態制御手段は、前記燃料噴射装置から各気筒に供給される1サイクル当たりの燃料量を増加させるか、又は、燃料量を減少させることを特徴とし、更に、前記燃料噴射装置は、筒内に直接燃料噴射する方式であり、前記燃焼状態制御手段は、前記圧縮着火着火燃焼モード時に前記可変バルブ機構によるマイナスオーバーラップ期間中に少なくとも1度の燃料噴射を行うべく制御するものであり、前記気筒別燃焼状態推定手段の推定に基づき、前記各気筒の内の少なくとも一つの気筒の前記筒内圧力のピーク値が所定値より低いか、もしくは、前記筒内圧力のピーク時期が所定期間より遅いと推定された場合は、前記マイナスオーバーラップ期間中に前記燃料噴射装置から前記気筒内に噴射する燃料量を増加する制御を行うか、又は、前記気筒の内の少なくとも一つの気筒の筒内圧力のピーク値が所定値より高いか、もしくは、ピーク時期が所定期間より早いと推定された場合は、前記マイナスオーバーラップ期間中に前記燃料噴射装置から前記気筒内に噴射する燃料量を減少する制御を行うことを特徴としている。

30

【0020】

本発明の多気筒エンジンの制御装置は、前記構成とすることによって、燃料噴射方式で筒内に直接燃料を噴射をする場合には、運転条件に応じて噴射時期などを変化させることにより、混合気状態を任意に制御可能であり、燃料噴射を複数回に分けて、マイナスオーバーラップ期間中に噴射して燃料の一部をラジカル化する方式で適用し、これを気筒毎に噴射割合を変化させることで、気筒間の燃焼ばらつきを抑制することができる。

40

【0021】

更にまた、本発明の多気筒エンジンの制御装置の他の具体的な態様としては、前記制御装置は、前記気筒別燃焼状態推定手段の推定に基づき、少なくとも一つの気筒の筒内圧力のピーク値が所定範囲外、もしくは、該筒内圧力のピーク時期が所定期間外であると推定される場合は、前記多気筒エンジンにおける圧縮着火燃焼モード運転を禁止するか、もしくは、火花点火燃焼モード運転に切り換えることを特徴とし、前記圧縮着火燃焼モードを禁止した場合は、前記多気筒エンジンを搭載した装置のユーザに警告することを特徴として

50

いる。

【0022】

本発明の多気筒エンジンの制御装置は、前記構成とすることによって、燃焼状態制御を行っても、気筒の筒内圧力のピーク値が所定範囲内でない場合や該筒内圧力のピーク時期が所定期間内でない場合には、機器の劣化や故障などにより、圧縮着火燃焼モード状態での高効率かつ低排気のエンジン運転ができなくなる可能性があるので、この場合には、圧縮着火燃焼モード運転を禁止して運転を中止するか、もしくは、火花点火燃焼モード運転に切り換えると共に、ユーザに高効率運転ができない旨を報知してユーザの認識を喚起することができる。

【0023】

一方、本発明の多気筒エンジンの制御方法は、基本的には、圧縮着火燃焼制御もしくは該圧縮着火燃焼と火花点火燃焼とを切り換え制御する多気筒エンジンの制御方法であって、前記圧縮着火燃焼モード運転時に、各気筒別に、前記モード運転時の燃焼状態を推定し、該各気筒別に推定した燃焼状態に基づいて、前記各気筒をその気筒別に燃焼状態の制御し、前記多気筒エンジンの運転条件、前記多気筒エンジンを搭載した装置の運転状態、前記装置のユーザのユーザ意図等に基づいて、更に、火花点火燃焼と圧縮着火燃焼との切り換え等を含む他の燃焼状態の制御を行うことを特徴としている。

【0024】

また、本発明の多気筒エンジンの制御方法の具体的な態様は、前記気筒別の燃焼状態の推定は、前記各気筒の筒内圧力のピーク値と該筒内圧力のピーク時期とを推定するものであり、前記燃焼状態の制御は、前記各気筒の筒内圧力の前記ピーク値が所定範囲内、及び／又は、前記ピーク時期がピストン上死点後の所定期間内になるように制御をすることを特徴としている。

【0025】

更に、本発明の多気筒エンジンの制御方法の他の具体的な態様は、前記各気筒の筒内圧力は、前記多気筒エンジンの振動周波数を検出し、該振動周波数を解析した値、又は、前記多気筒エンジンの少なくとも1つの気筒に設けた筒内圧力センサの値であることを特徴としている。

【0026】

更にまた、本発明の多気筒エンジンの制御方法の他の具体的な態様は、圧縮着火燃焼制御もしくは該圧縮着火燃焼と火花点火燃焼とを切り換え制御する多気筒エンジンの制御方法であって、前記圧縮着火燃焼モード運転時に、各気筒別に、前記モード運転時の燃焼状態を推定し、前記各気筒の内の少なくとも一つの気筒の前記筒内圧力のピーク値が所定値より低いか高いか、もしくは、前記筒内圧力のピーク時期が所定時期より遅いか早いかの内、少なくともいずれか一つが推定された場合に、前記気筒の可変バルブ機構によりマイナスオーバーラップ量を増減して内部EGR量を増減させて燃焼状態の制御をし、更に、前記各気筒の内の少なくとも一つの気筒の筒内圧力ピーク値が所定値より低いか高いか、もしくは、ピーク時期が所定時期より遅いか早いかの内、少なくともいずれか一つが推定された場合に、変速機により変速比を制御してエンジン回転数を増減させ、燃料噴射装置から各気筒に供給される1サイクル当たりの燃料量を増減させることを特徴としている。

【0027】

【発明の実施の形態】

以下、図面に基づき本発明のエンジンの制御装置及び制御方法の実施形態を詳細に説明する。

【0028】

図1は、本発明の第一の実施形態のエンジンの制御装置のシステム構成を示しもので、エンジン12は、多気筒エンジンである。該多気筒エンジン12は、点火装置による火花点火燃焼と、ピストン圧縮によって混合気を自己着火させる圧縮着火燃焼との二つのモードの燃焼が可能のように構成されている。

【0029】

前記多気筒エンジン12は、具体的には、低速低負荷領域、つまり、エンジントルクとしてフルロードの1/2程度、エンジン回転数では3000回転程度のエンジン運転領域までは、圧縮着火燃焼モードによる高効率運転が可能で、それ以外の負荷領域では、火花点火燃焼を行うものである。

【0030】

エンジン12には、その気筒を構成するシリンダブロックもしくはシリンダヘッドに一つの振動検出センサ5が装置されると共に、空気が吸入される上流にエアフローセンサ6、その下流に空気量を調整するスロットル7、吸気ポート8、気筒毎の燃料噴射弁（以下、インジェクタ）9、及び、回転数センサ13が配置されている。インジェクタ9は、各気筒の燃焼室11に直接燃料噴射する形式とし、スロットル7は、電子制御スロットルであることが好ましく、電気式アクチュエータによってスロットルバルブを駆動するものである。

10

また、エンジン12は、可変バルブ16a、16bを備えていると共に、パワートレインコントロールユニット（制御装置）（以下、PCU）1を備えている。

【0031】

エンジン12は、その始動時には、スタータ10を駆動して運転が開始され、該エンジン12の出力軸15は、摩擦クラッチ14を介して車両の変速機17に接続され、更に、変速機出力軸18や減速ギア19等を介して車輪20に接続される。変速機17は、所定回転数を実現しやすい無段自動変速方式（以下、CVT）であることが望ましい。

20

【0032】

PCU（制御装置）1は、車両の運転状態やユーザ意図を認識（検出）するものとして、車速Vs、ブレーキ信号Sb、アクセル開度α、変速比（ギア位置）Mp、変速機出力軸回転数Nout等の値を入力すると共に、エンジン運転状態として、空燃比A/F、エンジン吸気温度Tin、エンジン排気温度Tex、エンジン冷却水温Tw、振動検出センサ5のエンジン振動Pe、エンジン回転数Ne、スロットル開度θtpなどの値を入力する。

【0033】

PCU（制御装置）1は、エンジン12や変速機17などの制御状態を決定するものであり、圧縮着火燃焼モード時の気筒別燃焼状態推定手段2、及び、燃料噴射条件・可変バルブ条件設定手段3や変速比設定手段4等を含む燃焼状態制御手段を少なくとも備えている。

30

【0034】

気筒別燃焼状態推定手段2は、エンジン12の回転数Neと振動検出センサ5の振動Pe等からエンジン12の気筒別の燃焼状態を推定し、該推定した燃焼状態を燃料噴射条件・可変バルブ条件設定手段3、及び、変速比設定手段4に出力する。このように、PCU1は、前記各センサ等の検出値を基に前記手段2～4において各種の演算を行い、該演算の結果に基づき、それぞれの気筒の制御状態を推定して、好適な圧縮着火燃焼モードを実現するものである。

【0035】

インジェクタ9は、スロットル7の開度信号θtpやアクセル開度信号αなどから演算される目標エンジントルクに応じて所定量の燃料を噴射し、可変バルブ16aは、吸気側のバルブタイミングおよびバルブリフト量を、可変バルブ16bは、排気側のバルブタイミングおよびバルブリフト量を、運転条件に応じて油圧またはモータ電流制御によって、最適な制御量に変化させるものである。実際の運転制御方式については後述する。

40

【0036】

図2は、本実施形態において、各気筒の燃焼状態推定手段として用いる振動検出センサ5、その特性、及び、その検出例を示したものである。

【0037】

図2の(a)は、エンジン12に取り付けた振動検出センサ5を模式的に示したものであり、エンジン12のシリンダブロックもしくはシリンダヘッド12aに、おもりとしての

50

振動子 5 a と圧電素子 5 b とから成る振動検出センサ 5 が固定され、エンジン 1 2 の振動周波数を振動子 5 a の振動により圧電素子 5 b により電圧として検出するものである。

【0038】

図 2 の (b) は、エンジン 1 2 の振動周波数と振動検出センサ 5 の出力電圧との関係を示した出力特性を示したものであり、図 2 の (c) は、エンジン 1 2 の圧縮着火燃焼モード時の筒内圧力とクランク角度との関係を示したものであり、図 2 の (d) は、エンジン 1 2 の圧縮着火燃焼モード時の振動検出センサ 5 の出力値とクランク角度との関係を示したものである。

振動検出センサ 5 は、通常、火花点火燃焼モード時にノックセンサとして用いられるものであるが、本実施形態においては、該センサの出力に寄与する圧電素子 5 b の振動検出精度を従来のノック検出用よりも向上させ、検出した振動の周波数を高精度に解析することで、圧縮着火燃焼モード時の筒内圧ピーク時期およびピーク値を推定できるようにしたものである。

10

【0039】

具体的には、圧縮着火燃焼モード時に適正な燃焼が行なわれている場合には、図 2 の (c) に示されているように、筒内圧力のピーク時期が、熱発生 of ピーク時期と上死点後のある時期で同じになるため、筒内圧ピーク時期のエンジン振動を検出することで、その出力電圧値から筒内圧ピーク値を推定することができると云うことである。

【0040】

また、検出した周波数をフーリエ解析し、時刻データと重ね合わせることで、その各気筒のピーク時期とピーク値を推定することができる。各気筒の筒内圧ピーク時期の推測には、検出した周波数をウェーブレット変換によって解析することで、より高精度な筒内圧ピーク時期、及び、ピーク値の推定が可能になる。図 2 の (c)、(d) はこの方式を適用した一例で、(c) は、筒内圧センサで検出した場合の圧縮着火燃焼時の圧力波形で、(d) は、振動検出センサ 5 で高精度に検出、演算した場合の出力波形である。このように、振動検出センサ 5 を用いても、筒内圧のピーク時期とピーク値を推定できる。

20

【0041】

これにより、エンジン 1 2 のシリンダブロックもしくはエンジンヘッド 1 2 a に本方式の振動検出センサ 5 を配置することで、低コストで各気筒の圧縮着火燃焼モード時の燃焼状態が推定可能となる。なお、前記方式は、火花点火燃焼時にはノックセンサとして用いることができることは言うまでもない。

30

以下、本実施形態におけるエンジンの制御装置の制御について、具体的に説明する。

【0042】

図 3 は、エンジン 1 2 が P C U (制御装置) 1 によって圧縮着火燃焼モードで運転中の場合の制御フローチャートを示している。

ステップ 1001 s においては、車両の運転状態、エンジン 1 2 のアクセル開度 α やブレーキ信号 S b などのユーザ意図に基づく信号、及び、エンジン回転数 N e などのエンジン運転状態を読み込み、ステップ 1002 s に進む、ステップ 1002 s では、ステップ 1001 s の読み込み検出値に基づき、エンジン 1 2 が圧縮着火燃焼モードの運転領域にあるか否かを判定する。

40

【0043】

ステップ 1002 s でエンジン 1 2 の運転領域が圧縮着火燃焼モード領域にあると判定されると、ステップ 1003 s で、現在、圧縮着火燃焼モードで運転が行なわれているか否かを判定し、火花点火燃焼モード運転中 (圧縮着火燃焼モードで運転でない) であれば、ステップ 1003 a s に進んで圧縮着火燃焼モードに切り換えステップ 1004 s に進む。ステップ 1003 a s で圧縮着火燃焼モードで運転中と判定された場合は、直接、ステップ 1004 s に進む。

【0044】

次に、ステップ 1004 s では、圧縮着火燃焼モード時における気筒別の燃焼状態を推定するためのセンサの出力値を読み込み、ステップ 1005 s において、各気筒の筒内圧ピ

50

ーク時期およびピーク値を推定する。これらステップ1004s及びステップ1005sの筒内圧力推定に関する具体的な手法については後述する。

【0045】

次に、ステップ1006sに進んで、ステップ1004s及びステップ1005sにおける推定値において、全ての気筒の筒内圧ピーク時期が所定範囲内にあるか否かを判定する。このとき筒内圧ピーク時期の所定範囲とは、概ね圧縮上死点以降から上死点後10°までのことをいい、エンジン運転条件にもよってその範囲の広さは多少異なるが、圧縮着火燃焼モード時にはこの間に筒内圧ピーク時期がくれば、適正な時期に燃焼が行なわれているものと判定できる。

【0046】

この判定結果で、所定範囲内にない気筒があると判定された場合は、ステップ1008sに進んで、燃焼状態の制御を行なう（この制御手法の詳細については後述する）。この後のステップ1009sにて気筒間のピーク時期ずれ量を判定する。ずれ量が所定値以上、具体的には、圧縮上死点以降から上死点後10°までの間に、全ての気筒の筒内圧ピーク時期が入らない状態である場合は、機器の劣化や故障などにより、圧縮着火燃焼による高効率かつ低排気運転ができなくなる可能性があるので、ステップ1012sに進み、圧縮着火運転を禁止すると共に、ステップ1013sに進んで、ユーザに高効率運転ができない旨を報知する。この操作については、エンジン再始動後に圧縮着火燃焼モードに入れる場合に数度行ない、全て圧縮着火禁止状態と判定させる場合にはユーザに警告を行なうて、装置およびエンジンのメンテナンスを促す。

【0047】

ステップ1006sに戻って、全気筒の筒内圧ピーク時期が所定範囲内にある場合には、ステップ1007sへ進んで、全気筒の筒内圧ピーク値が所定範囲内にあるかどうかを判定する。このとき、全気筒の筒内圧ピーク値が所定範囲内である場合には、好適な圧縮着火燃焼が行なわれているものと判定される。

【0048】

しかし、何れかの気筒の筒内圧ピーク値が所定範囲外である場合には、燃焼が正常に行なわれていないものと判定できるので、ステップ1010sに進んで燃焼状態の制御を行ない（この制御手法の詳細については後述する）、ステップ1011sに進んで、再度全気筒の筒内圧ピーク値が所定範囲内にあるか否かを判定する。所定範囲外の場合には、前述したステップ1012s、1013sに進む。

【0049】

即ち、前記の如き、気筒別燃焼状態の推定と制御を行なうことによって、装置（車両等）やエンジン12の劣化時や機器ばらつきなどに対しても、エンジン12の燃費・排気、又は、エンジン12を搭載した装置の運転性能を大幅に悪化させることがないために、耐久性およびロバスト性に優れた多気筒エンジン12およびそれを搭載した装置を提供することができる。

【0050】

次に、図4～図6を用いて、本実施形態のエンジン12の各気筒の燃焼状態の推定方法及び燃焼状態制御方法について詳細に説明する。

【0051】

図4は、本実施形態におけるエンジン12の各気筒の圧縮着火燃焼モードにおける燃焼状態制御手段の制御フローチャートである。前述した手法で各気筒の燃焼状態を検出した後、これらに基づいて、各気筒の圧縮着火燃焼を制御するものである。

【0052】

まず、各気筒の燃焼状態の推定結果から、ステップ1014sにおいて、全ての気筒の筒内圧ピーク時期が所定範囲内にあるかどうかについて判定する。所定範囲内にある場合、全ての気筒で適正な時期に燃焼しているものと推定できるので、ステップ1019sに進んで、全ての気筒の筒内圧ピーク値が所定範囲内にあるかどうかについて判定する。

【0053】

ステップ1014sでピーク時期が所定範囲外にある気筒があると判定されると、ステップ1015sに進んで、当該気筒のピーク時期が所定範囲の時期より早いか遅いかを判定する。ピーク時期が遅い場合には、ステップ1016asに進んで可変バルブ16aおよび16bを用いて内部EGR量を増加し、全気筒の混合気の着火性を向上、すなわち着火時期を早期化する。エンジン回転数が比較的高回転（2000回転以上）である場合は、内部EGR増加に伴う吸入空気量減少で圧縮着火燃焼成立しない場合があるので、ステップ1016bsに進んで変速比設定ロジック4から変速機17に信号を送り、エンジン回転数を若干減少し、1サイクルあたりの燃料量を増加することで着火性を向上させ、出力同等となるように制御してもよい。また、本実施形態では図示していないが、過給装置が吸気側についている場合には、吸入空気量を増加して筒内圧力を向上させることで、着火時期を早期化することも可能である。 10

【0054】

ステップ1015sにおいてピーク時期が早いと判定される場合には、ステップ1016csに進んで可変バルブ16a、16bを用いて内部EGR量を減少し、全気筒の着火時期を遅延化する。この時ステップ1016dsに進んで変速比設定ロジック4から変速機17に信号を送り、エンジン回転数を若干増加し、1サイクルあたりの燃料量を減少することで、出力同等となるように制御してもよい。

【0055】

これらステップ1016as～1016dsの制御で所定範囲内、もしくは、その近辺に各気筒の燃焼状態を制御した後、ステップ1017sに進んで気筒別の噴射割合制御を行なうことで、より高効率運転できるように各気筒間の筒内圧ピーク時期を所定時期に揃える。 20

【0056】

次に、ステップ1018sに進んで、気筒間の筒内圧ピーク時期のずれ量が所定値以上であるかどうかを判定する。このずれ量が大きい場合、燃焼が遅くなる気筒から未燃HCが排出されやすく、燃焼が早い気筒からは甲高い燃焼音発生やエンジン損傷が発生しやすくなる。このずれ量が大きい場合は、ステップ1024sに進んで圧縮着火燃焼モードを禁止し、装置のユーザに高効率運転できない旨を報知する（ステップ1025s）。この操作について、報知後にエンジン再始動して、所定条件となれば圧縮着火燃焼モードに入れるが、何度か続けて圧縮着火禁止状態と判定される場合にはユーザに警告を行なって、装置およびエンジンのメンテナンスを促す。 30

【0057】

ステップ1018sにおいて、筒内圧ピーク時期のずれ量が所定値内であると判定されると、次にステップ1019sに進んで全気筒の筒内圧ピーク値が所定範囲内であるかどうかを判定する。所定範囲内にある場合、全ての気筒で適正な時期に燃焼しているものと推定できる。

【0058】

ステップ1019sにおいてピーク値が所定範囲外にある気筒があると判定されると、ステップ1020sに進んで、当該気筒のピーク値が所定範囲より高いか低いかを判定する。ピーク値が低い場合には、ステップ1021asに進んで可変バルブ16a、16bを用いて内部EGR量を増加し、全気筒の混合気の着火性を向上することで、燃焼による熱発生が起こりやすい状態にする。エンジン回転数が比較的高回転（2000回転以上）である場合は、内部EGR増加に伴う吸入空気量減少で圧縮着火燃焼成立しない場合があるので、ステップ1021bsに進んで変速比設定ロジック4から変速機17に信号を送り、エンジン回転数を若干減少し、1サイクルあたりの燃料量を増加することで着火性を向上させ、出力同等となるように制御してもよい。また、本実施形態では図示していないが、過給装置が吸気側についている場合には、吸入空気量を増加して筒内圧力を向上させることで、着火性を向上することも可能である。 40

【0059】

ステップ1020sにおいてピーク値が高いと判定される場合には、ステップ1021c 50

sに進んで可変バルブ16a、16bを用いて内部EGR量を減少し、筒内温度を下げることで、燃焼の熱発生が緩慢になるようにする。この時ステップ1021dsに進んで変速比設定ロジック4から変速機17に信号を送り、エンジン回転数を若干増加し、1サイクルあたりの燃料量を減少することで、出力同等となるように制御してもよい。

【0060】

これらステップ1021as～1021dsの制御で、ピーク値が所定範囲内に各気筒の燃焼状態を制御した後、ステップ1022sに進んで気筒別の噴射割合制御を行なうことで、より高効率運転できるように各気筒間の筒内圧ピーク時期を所定時期に揃え、ピーク値を所定範囲内に収めるように制御する。

【0061】

次に、ステップ1023sに進んで、再度、気筒間の筒内圧ピーク値が所定範囲内であるかどうかを判定する。所定範囲外にあると判定されると、ステップ1024sに進んで、圧縮着火燃焼モードを禁止し、装置のユーザに高効率運転できない旨を報知する（ステップ1025s）。この操作について、報知後にエンジン再始動して、所定条件となれば圧縮着火燃焼モードに入れるが、何度か続けて圧縮着火禁止状態と判定される場合にはユーザに警告を行なって、装置およびエンジンのメンテナンスを促す。

【0062】

前記のような燃焼状態制御により、全ての気筒の燃焼状態を揃えることができるため、エンジン機器のばらつきや劣化などによる燃焼ばらつきを防止して、高効率かつ低排気運転することができる。

【0063】

図5は、本実施形態で用いる吸排気可変バルブ16a、16bのリフトカーブ特性の一例を示している。本実施形態では、図5のように、吸排気バルブ16a、16bのバルブリフト量と作用角を制御することによって、排気を閉じ込める期間（以下、マイナスオーバーラップ期間）を変化させて、内部EGRを連続制御する可変バルブを用いたものである。

【0064】

この場合、各気筒に電磁駆動弁を設けて気筒毎にマイナスオーバーラップ期間を連続可変させても良いが、多気筒エンジンでは気筒数の増加に伴い、大幅なコストアップとなってしまう。このため、全気筒同時に、バルブリフト量および作用角を可変にする装置を設け、運転条件によって連続的にマイナスオーバーラップ量を変化させるようにしたことで、本発明の目的が達成できる構成とした。

【0065】

図6は、本実施形態の燃料の噴射制御手法の一例を示したものである。本実施形態においては、燃料噴射方式は筒内噴射であるため、運転条件に応じて噴射時期などを変化させることにより、混合気状態を任意に制御可能である。

【0066】

図6の(a)に示すように、燃料噴射を複数回に分けて行い、はじめの1回は、マイナスオーバーラップ期間中に噴射して燃料の一部をラジカル化する方式を適用し、これを気筒毎に噴射割合を変化させることで、気筒間の燃焼ばらつきを抑制するものである。

このとき、図6の(b)に示すように、1回目の噴射割合が多くなる領域では排気行程中や吸気行程中に爆発してしまうことがあるので、具体的には1回目の噴射割合が総噴射量に対して3/4以上とならないような範囲で噴射割合制御を行なう。

【0067】

図7は、これまでに説明した各気筒の燃焼状態の推定方法や制御手法を4気筒エンジンの圧縮着火運転モードに適用した場合の燃焼状態について示したものである。

【0068】

図7の(a)の(i)は、一番気筒(#1)の筒内圧ピーク時期がある運転条件で所定範囲からずれている（遅れている）場合を示している。これに前述した燃焼状態制御手法を適用することで、(a)の(ii)のように、全気筒の筒内圧ピーク時期が所定範囲内に

10

20

30

40

50

収まり、高効率かつ低排気運転が可能となっていることが解る。この筒内圧ピーク時期が、燃焼状態制御を実行後も所定範囲内に収まらない場合には、高効率かつ低排気なエンジン運転を継続することは困難なので、圧縮着火燃焼モードを禁止し、そのエンジンを搭載している装置のユーザにその旨を報知する。

また、図7の(b)の(i)は、一番気筒(#1)の筒内圧ピーク値がある運転条件で所定値より低い場合を示している。この場合、図7の(b)の(i)のように、ピーク値およびピーク時期が明確ではなく、失火や不完全燃焼などにより燃焼効率が落ち、未燃HCなどを大量に排出している可能性がある。これに前記した燃焼状態制御手法を適用することで、図7の(b)の(ii)のように、全気筒で筒内圧ピーク時期が所定範囲内で、かつ筒内圧ピーク値が所定値以上となり、高効率かつ低排気なエンジン運転が可能になっていることが解る。

10

【0069】

これも図7の(a)の場合と同様、この筒内圧ピーク時期が燃焼状態制御を実行後も所定範囲内に収まらない、もしくは筒内圧ピーク値が所定値よりも低い場合には、高効率かつ低排気なエンジン運転を継続することは困難なので、圧縮着火燃焼モードを禁止し、そのエンジンを搭載している装置のユーザにその旨を報知する。

【0070】

なお、本実施形態のエンジン12の構成としては、燃料噴射は筒内噴射方式としているが、吸気管へ燃料を噴射する方式であっても構わない。この場合、気筒別の噴射割合制御ができなくなるが、その他の燃焼状態制御によって同様なことが実現できる。

20

また、変速機17についても、所定回転数を実現しやすい無段自動変速方式(以下、CVT)であることが望ましいと前述したが、有段歯車方式(以下、MT)や有段歯車自動変速方式(以下、AT)などの他の変速方式を用いる構成であっても、本実施形態に記載の燃焼状態制御を実現可能である。

【0071】

図8は、本発明の第二の実施形態として、各気筒の燃焼状態推定手段の入力信号のためのセンサとして、筒内圧センサ23を用いた場合のエンジンシステムの構成図を示したものである。各気筒に筒内圧センサ23を設置することで、コストアップは避けられないが、より高精度に筒内の燃焼状態を推定することができるため、第一の実施形態の場合に比べ、より高効率かつ低排気なエンジン運転を実現することができる。

30

【0072】

図9は、本発明の第三の実施形態のエンジンのシステムの構成を示したもので、各気筒の燃焼状態推定手段の入力信号のためのセンサとして、エンジンの出力軸15にギア25、27を介した回転電動機(以下、モータ)24を用いた場合の構成図を示したものである。このモータ24を設置することで、圧縮着火燃焼モード中のエンジントルクを高精度に検出できるため、これによって各気筒の燃焼状態を推定することができる。

更に、通常はハイブリッド自動車としてエンジントルクを補ったり、変速中や燃焼切り換え中のトルク変動を抑制することが可能なため、システムとしての導入効果が大きいものである。

【0073】

40

図10は、本発明の第四の実施形態として、エンジンの制御装置を搭載する装置が、発電装置である場合のエンジンのシステム構成を示したものである。図10の発電装置は、モータジェネレータ21とインバータ22とからなっている。エンジン12としては、前記第一、第二、第三の実施形態で示した構成であって構わない。

【0074】

図10に示すように、エンジン12の出力は、モータジェネレータ21、インバータ22を介して、電力として外部に供給する構成となっている。PCU1には、装置運転中の外部情報D(気象条件、系統状態、電力需要などの情報)が取り込まれている。このとき、インバータ22に回転数比設定手段4aからの信号によって、入力回転数および出力周波数の制御を行なうことで、エンジン回転数を制御し、前記説明したような各気筒の燃焼状

50

態推定と燃焼状態制御が可能となる。即ち、これまでの実施形態と同様に、発電装置に対して本実施形態の制御装置を適用することで、高効率かつ低排気な装置運転を実現することができる。

【0075】

以上、本発明のいくつかの実施形態について詳述したが、本発明は、前記実施形態に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載した発明の精神を逸脱することなく、設計において種々の変更ができるものである。

【0076】

【発明の効果】

以上の説明から理解できるように、本発明の多気筒エンジンの制御装置は、圧縮着火燃焼モード運転において、各気筒の筒内圧力ピーク値およびピーク時期を適正に制御できるので、圧縮着火燃焼時の気筒間およびサイクル間での燃焼ばらつきを抑えて、エンジンの燃費・排気特性に優れた圧縮着火燃焼を実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第一の実施例にかかる多気筒エンジンの制御装置のエンジンシステム構成図。

【図2】図1の多気筒エンジンの制御装置に係わるものであって、(a)は、多気筒エンジンのシリンダ部に装着された振動検出センサの模式図、(b)は、該振動選出センサの出力特性図、(c)は、多気筒エンジンの圧縮着火燃焼モード運転時の気筒内の圧力履歴図、及び、(d)は、多気筒エンジンの圧縮着火燃焼モード運転時の振動検出センサによる気筒内の出力値履歴図。

【図3】図1の多気筒エンジンの制御装置の圧縮着火燃焼モード運転中の場合の制御フローチャート。

【図4】図1の多気筒エンジンの制御装置の圧縮着火燃焼モード運転中の場合の気筒内圧のピーク時期及びピーク値に基づく可変バルブ制御及びエンジン回転数制御の制御フローチャート。

【図5】図1の多気筒エンジンの制御装置の吸排気可変バルブのリフトカーブ特性の一例を示す図。

【図6】図1の多気筒エンジンの制御装置の燃料の噴射制御手法の一例を示したもので、(a)は、吸排気可変バルブの開閉と燃料噴射時期（複数回噴射）を示す図、(b)は、一回目噴射量と圧縮着火時期との関係を示す図。

【図7】図1の多気筒エンジン（4気筒）の制御装置の圧縮着火運転モード運転状態での各気筒内のピーク時期とピーク値を示すもので、(a)の(i)は、特定気筒の気筒内圧のピーク時期が遅い場合を示す図、(a)の(ii)は、燃焼制御により(a)の(i)の状態を解消した図、(b)の(i)は、特定気筒の気筒内圧のピーク値が低い場合を示す図、(b)の(ii)は、燃焼制御により(b)の(i)の状態を解消した図。

【図8】本発明の第二の実施例にかかる多気筒エンジンの制御装置のエンジンシステム構成図。

【図9】本発明の第三の実施例にかかる多気筒エンジンの制御装置のエンジンシステム構成図。

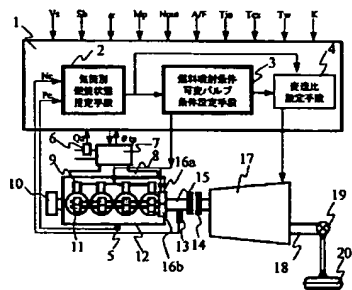
【図10】本発明の第四の実施例にかかる多気筒エンジンの制御装置のエンジンシステム構成図。

【符号の説明】

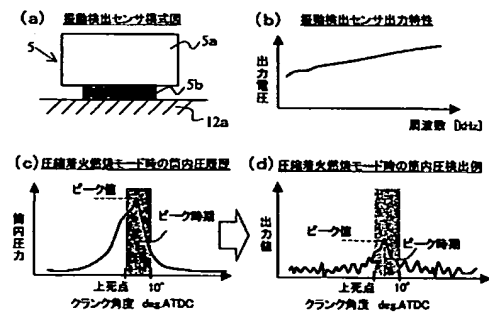
1…パワートレインコントロールユニット（制御装置）、2…気筒別燃焼状態推定手段、3…可変バルブ条件設定手段、4…変速比設定手段、5…振動検出センサ、6…エアフローセンサ、7…スロットル、8…吸気ポート、9…インジェクタ、10…スタータ、11…燃焼室（筒内）、12…エンジン、13…回転数センサ、14…摩擦クラッチ、15…エンジン出力軸、16a…吸気用可変バルブ、16b…排気用可変バルブ、17…変速機、18…変速機出力軸、19…減速ギア、20…車輪、21…モータジェネレータ、22…インバータ、23…筒内圧センサ、24…モータジェネレータ、25…ギア、27…ギ

ア

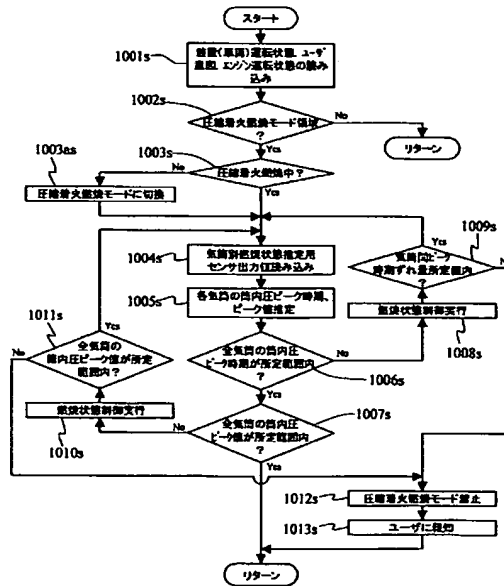
【図 1】



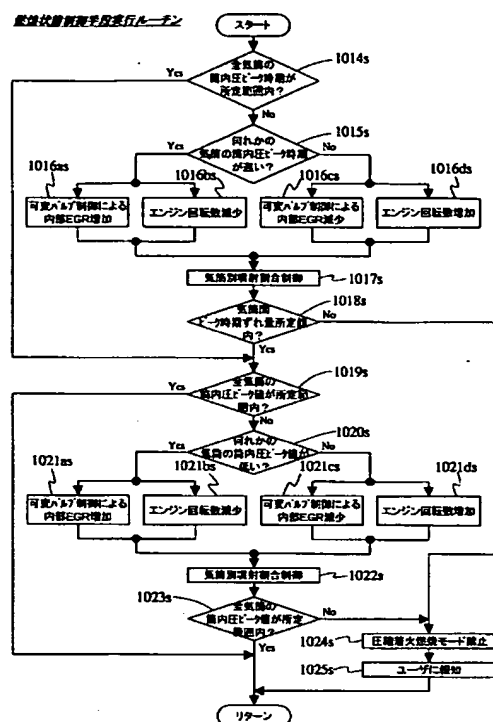
【図 2】



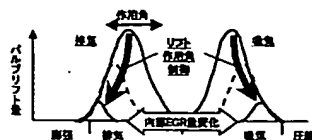
【図 3】



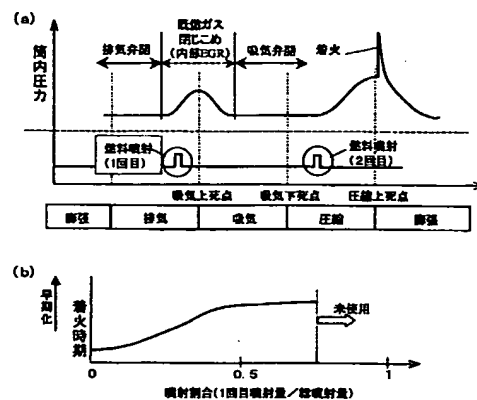
【图 4】



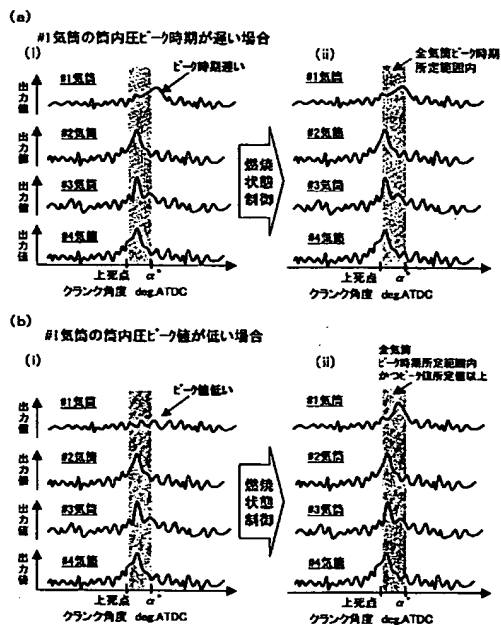
【 5 】



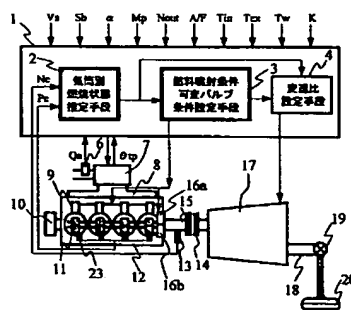
【图 6】



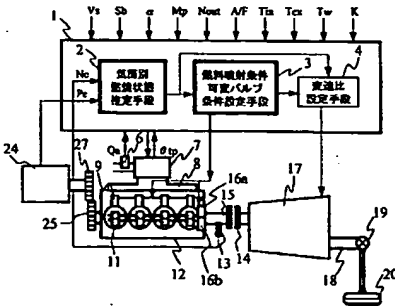
【 7 】



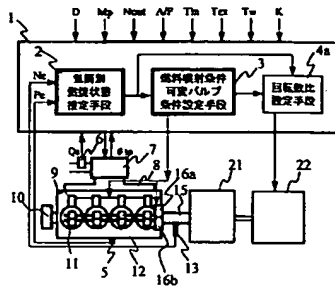
【图 8】



【图 9】



【図10】



フロントページの続き

(51)Int. Cl. ⁷

F I

テーマコード (参考)

F 0 2 D 41/02

F 0 2 D 13/02

K

F 0 2 D 41/04

F 0 2 D 21/08

3 0 1 D

F 0 2 D 43/00

F 0 2 D 29/00

H

F 0 2 D 41/02 3 5 1

F 0 2 D 41/04 3 7 5

F 0 2 D 43/00 3 0 1 H

F 0 2 D 43/00 3 0 1 N

F 0 2 D 43/00 3 0 1 Z

(72)発明者 金川 信康

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内

(72)発明者 飯星 洋一

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内

Fターム(参考) 3G023 AA00 AA02 AA03 AB01 AB05 AB06 AC04 AF01 AG03 AG05
 3G084 AA00 AA01 AA03 BA13 BA15 BA16 BA20 BA23 BA24 DA02
 DA10 DA21 DA22 DA23 DA25 EB12 FA02 FA06 FA07 FA10
 FA21 FA25 FA29 FA33
 3G092 AA01 AA02 AA06 AA11 AA13 AA17 BB01 BB06 DA03 DA04
 DC09 DE03S FA15 FA24 FA36 HA01Z HA04Z HA06Z HC01X HC01Z
 HD01Z HE01Z HE08Z HF08Z HF12Z HF21Z HF26Z
 3G093 AA04 AA05 AA06 AB01 BA14 BA16 BA19 BA20 DA01 DA02
 DA04 DA05 DA06 DA09 DB05 DB11 DB15 EA05 EA12 EA15
 EB03 EB04 FA04 FB01 FB02
 3G301 HA01 HA02 HA04 HA06 HA13 HA19 JA02 JA15 JA17 JA21
 KA06 KA23 LA07 LB04 MA11 MA18 ND01 NE01 NE06 PA01Z
 PA10Z PA11Z PC01A PC01Z PC08A PC08Z PD11Z PE01Z PE08Z PF01Z
 PF03Z PF05Z PF07Z PF08Z PF09Z

adequate
range.

COPYRIGHT: (C) 2004, JPO

----- KWIC -----

Abstract Text - FPAR (2):

SOLUTION: In a multiple cylinder engine having the compression ignition combustion mode, the frequency is detected preferably by a vibration detection sensor provided on a cylinder block or a cylinder head, and the peak cylinder pressure and the peak timing of each cylinder are respectively detected or estimated by adequately analyzing the detected frequency. The internal EGR, the fuel injection condition, the engine speed or the like are controlled so that the peak cylinder pressure and the peak timing are within an adequate range.